



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO  
CIÊNCIAS LICENCIATURA  
CAMPUS DIADEMA



MARIELE LEÃO ALVES

**O USO DE VÍDEO-EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE  
QUÍMICA ANALÍTICA**

Orientanda: Mariele Leão Alves

Orientadora: Profa. Dra. Helga Gabriela  
Aleme

Co-orientador: Prof. Dr. André Amaral  
Gonçalves Bianco

DIADEMA

2021

Mariele Leão Alves

## **O USO DE VÍDEO-EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA ANALÍTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do grau de Licenciatura em Ciências – Química, ao Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas da Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Helga G. Aleme.

Co-orientador: Prof. Dr. André Amaral Gonçalves Bianco.

DIADEMA

2021

Mariele Leão Alves

**Dados Internacionais da Catalogação na Publicação (CIP)**

Alves, Mariele Leão

O USO DE VÍDEO-EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE  
QUÍMICA ANALÍTICA / Mariele Leão Alves. -- Diadema, 2021.  
48 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências) -  
Universidade Federal de São Paulo - Campus Diadema, 2021.

Orientadora: Helga Gabriela Aleme

Coorientador: André Amaral Gonçalves Bianco

1. Vídeo-experimentação. 2. Ensino de Química Analítica. 3.  
Titulação. I. Título.

Mariele Leão Alves

O uso de vídeo-experimentação no ensino de Química Analítica.

Trabalho de Conclusão De Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do grau de Licenciatura em Ciências – Química, ao Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas da Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Helga G. Aleme

Universidade Federal de São Paulo

---

Prof. Dr. André Amaral Gonçalves Bianco

Universidade Federal de São Paulo

---

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Ana Valéria Santos de Lourenço

Universidade Federal de São Paulo

---

Prof. Dr. Thiago Antunes Souza

Universidade Federal de São Paulo

---

Prof. Dra. Simone Alves Assis Martorano

Universidade Federal de São Paulo

---

Mestranda Carolina Bucheb Barberatto

Universidade Federal de São Paulo

“O educador se eterniza em cada ser que educa.” – Paulo Freire.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me sustentado com sabedoria e me ajudado nessa caminhada longa.

Ao meu namorado Andrey, que me apoiou e ficou ao meu lado não me deixando desistir em diversos momentos de fraqueza e cansaço.

À minha melhor amiga Alícia, que sempre estava disposta e disponível a me ajudar em todas as minhas dificuldades durante esta caminhada.

Ao meu irmão Stanley, que se tornou meu melhor amigo nessa jornada.

Aos meus pais, Antônio e Creusa que acreditaram no meu sonho e memotivaram a continuar.

A esta Universidade, pelas oportunidades incríveis que me foi proporcionado, a elevar meu conhecimento e agregar em minha carreira profissional.

Aos meus orientadores, Helga G. Aleme e André Amaral G. Bianco, que se dispuseram a me orientar e sempre foram muito pacientes com as diversas situações que enfrentei.

Aos meus amigos, em especial à Bruna, Érica e ao Lucas, que, desde o início, foram pessoas maravilhosas e tornaram esse caminho muito mais leve e divertido.

E a todas as pessoas maravilhosas que passaram pela minha vida nesse tempo, que acreditaram no meu potencial e sempre me enviaram vibrações positivas. Cada uma teve um espaço importante e especial em minha trajetória.

## RESUMO

Uma das grandes limitações ao ensino da Química é a dificuldade para o aprendizado de conceitos, elaboração e compreensão de modelos científicos. No ensino da Química, a experimentação pode ser uma ferramenta valiosa para favorecer a aprendizagem dos temas abordados. No entanto, há dificuldades para a utilização de laboratórios, visto que nem todas as escolas possuem um corpo docente apto ao uso do espaço e ainda há escolas que não possuem laboratórios equipados. Algumas dessas dificuldades encontradas no ensino básico são recorrentes no ensino superior, como falta de reagentes para execução dos experimentos ou de espaço físico e carga horária disponível insuficiente para a execução dos experimentos. Assim, os vídeos podem ser aliados para a superação dessas dificuldades. Os usos dos vídeos de experimentos químicos apresentam inúmeras vantagens, fazendo uma ponte de construção de conhecimento do aluno, consolidando a parte teórica vista. Porém, existe uma grande dificuldade em encontrar um conteúdo de boa qualidade e que exemplifique de forma eficaz o conteúdo que está sendo apresentado. Neste contexto, o presente trabalho apresenta uma proposta de construção e uso de vídeos experimentos para a disciplina de Química Analítica Clássica e Instrumental do curso de Ciências da Universidade Federal de São Paulo, cujo tema principal avaliado num recorte da disciplina foi titulação de precipitação. A utilização da ferramenta vídeo-experimentação na metodologia de ensino é factível a diversos campos da educação, sejam eles se forma introdutória, auto-explicativa ou como uma ferramenta auxiliar para o docente. Neste trabalho, defendemos que vídeos-experimentações podem acrescentar e ser uma ferramenta que irá auxiliar o docente, mostrar a importância de se ter estratégias como forma de ensino e também irá facilitar a compreensão dos conteúdos teóricos abordados em sala de aula, sem substituir as aulas experimentais. Ademais, os vídeos puderam permitir-se trabalhar de forma viável o conteúdo da unidade curricular de Química Analítica Clássica e Instrumental e também auxiliam na formação complementar dos estudantes, a como manipular os equipamentos e reagentes necessários em práticas laboratoriais.

**Palavras-chave:** Vídeo-experimentação, ensino de química analítica, titulação.

## ABSTRACT

One of the most important challenges concerning the teaching of Chemistry is the difficulties of learning concepts, elaboration and comprehension of scientific models. In chemistry teaching, experimentation is a valorous tool to promote the learning of the subjects covered. However, there are some limitations to use of laboratories, as long not all schools it has an academic staff prepared to use it, moreover, there are some schools that do not even have a laboratory. Some of these problems faced in the primary school are also frequent at undergraduate and graduate studies, as the lack of reagents for the execution of the experiments, appropriate space, and an insufficient number of hours available for the experiments. Considering the context, audiovisual resources could play an important role to surpass these handicaps. The use of audiovisual content of chemical experiments, bring us many advantages, while building this connection of equipping students with the practical skills and theoretical knowledge through their use. Although, there remains the challenge of finding high quality sources that can provide a more understandable content. In this context, the present work presents a proposal for the construction and use of video experiments for Analytical Chemistry discipline of the Science course at the Federal University of São Paulo, whose main theme evaluated in a section of the discipline was precipitation titration. The use of the video- experimentation tool in the teaching methodology is feasible in several fields of education, whether they are introductory, self-explanatory or as an auxiliary tool for the teacher. In this work, we defend that videos-experiments can add and be a tool that will help the teacher, show the importance of having strategies as a form of teaching and will also facilitate the understanding of the theoretical contents addressed in the classroom, without replacing the classes. experimental. In addition, the videos were able to allow the contents of the Classical and Instrumental Analytical Chemistry curricular unit to be worked in a viable way and also assist in the complementary training of students, in how to handle the equipment and reagents needed in laboratory practices.

Keywords: Video experiments, teaching analytical chemistry, titration.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Solução de cloreto de sódio .....	23
<b>Figura 2</b> - Solução de cloreto de sódio adicionada do indicador cromato de potássio. ....	23
<b>Figura 3</b> - Solução de nitrato de prata adicionada a bureta como titulante.....	23
<b>Figura 4</b> - Titulação de precipitação para determinação do teor de cloreto.....	24
<b>Figura 5</b> - Titulação de precipitação para determinação do teor de cloreto,.....	24
<b>Figura 6a</b> - Titulação de precipitação para determinação do teor de cloreto.....	25
<b>Figura 6b</b> – Precipitado de cromato de prata obtido na titulação.....	25
<b>Figura 7</b> – Volume gasto para a titulação de precipitação e leitura da bureta .....	25
<b>Figura 8</b> – Solução de Hexaaquacobre (II) $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ antes de iniciar o processo.....	26
<b>Figura 9</b> – Solução de Hexaaquacobre (II) $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ após iniciar a complexação.....	26
<b>Figura 10</b> – Formação do complexo Tetraamincobre (II) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ .....	27
<b>Figura 11</b> – Formação do complexo Tetraamincobre (II) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ .....	27
<b>Figura 12</b> - Titulação do cloreto de sódio presente no soro fisiológico.....	33
<b>Figura 13</b> – Titulação do cloreto de sódio presente .....	33
<b>Figura 14</b> - Titulação do cloreto de sódio presente no soro fisiológico.....	34
<b>Figura 15</b> – Precipitado obtido pela titulação do cloreto de sódio pelo método de Mohr .....	34
<b>Figura 16</b> - Arranjo típico de uma titulação.....	38
<b>Figura 17</b> - Aluno 1 representando o processo de titulação.....	39
<b>Figura 18</b> – Aluno 2 representando o processo de titulação .....	39
<b>Figura 19</b> - Aluno 3 representando o processo de titulação.....	40
<b>Figura 20</b> – Aluno 4 representando o processo de titulação .....	40
<b>Figura 21</b> – Aluno 5 representando o processo de titulação .....	40

## **LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1</b> - Questionário investigativo.....	30
<b>Quadro 2</b> - Roteiro experimental para a determinação do cloreto de sódio pelo método de Mohr ...	31

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1</b> – Cronograma de seqüências de aula sobre titulometria.....	28
<b>Tabela 2</b> – Resultados preliminares das respostas do instrumento de coleta de dados.....	36

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>15</b>
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivos Específicos .....	15
<b>3. TITULAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO NA ANÁLISE QUÍMICA .....</b>	<b>16</b>
<b>4. MATERIAIS.....</b>	<b>20</b>
4.1 Equipamentos Áudio Visuais .....	20
4.2 Vidrarias e Equipamentos experimentais.....	20
4.3 Reagentes .....	21
<b>5. METODOLOGIA .....</b>	<b>22</b>
5.1 Filmagens dos experimentos .....	22
5.2 Edição dos vídeos dos experimentos.....	27
5.3 Planejamentos da sequência de aulas.....	28
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
6.1 Como aconteceram as aulas da sequência .....	32
6.2 Instrumento de coleta de dados - questionário.....	35
6.2.1 Análise dos questionários dos alunos .....	36
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>45</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>46</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O ensino da Química é permeado por dificuldades e barreiras, seja pela falta de instrumentos para o seu ensino, pela falta de laboratórios ou pela dificuldade de os alunos aprenderem conceitos da área. Por vezes, esses elementos contribuem desde a manutenção das concepções prévias até às dificuldades de elaboração de conceitos científicos necessários para a formação de conceitos prévios como ao da incapacidade para aprender Química.

Segundo Rocha e Vasconcelos (2016), o ensino da Química, igualmente ao que acontece com o de outras áreas das Ciências Exatas, tem gerado entre os estudantes a sensação de desconforto em função das dificuldades de aprendizagem existentes, no processo de aprendizagem.

As grandes limitações dentro do ensino da Química podem estar relacionadas com as dificuldades de abstração de conceitos, elaboração e compreensão de modelos científicos e o surgimento de concepções alternativas Santos *et al* (2013). Além disso, processos constantes de memorização de dados, tabelas e informações, principalmente ao envolver conceitos matemáticos, podem contribuir para o desinteresse da maioria dos alunos para aprender química.

Segundo Suarez *et al* (2013), a aprendizagem efetiva ocorre quando o estudante consegue realizar conexões entre o conteúdo que está sendo introduzido pelo professor e o seu conhecimento prévio.

Ademais, a compreensão de diversos conceitos em todos os âmbitos do ensino de química se mostra importante na capacitação dos profissionais, como citado por Berton (2015).

A disciplina de Química é importante para entendimento de conteúdos a serem aprendidos pelos discentes durante o decorrer de praticamente quase todos os cursos de nível técnico e superior que cursam para se tornarem profissionais mais capacitados (BERTON. 2015. p.3).

O que ainda se vê no âmbito escolar é a visão tradicional de ensino, cuja estrutura pouco contribui para um ensino abrangente e eficaz. Por vezes, algumas entidades apresentam infraestrutura inadequada (incluindo falta de laboratórios, materiais para

desenvolver atividades em sala, infraestrutura do ambiente), desmotivando alunos e professores.

Porém, com o decorrer do tempo, os professores precisaram aderir a novas abordagens e metodologias para ensinarem o conteúdo da Química. Apesar de diversos fatores serem considerados obstáculos ao processo de ensino-aprendizagem, o ensino da Química está interligado com o uso de experimentação, seja como forma de consolidação do conteúdo ou numa abordagem CTS, na qual a experimentação é utilizada como situação problema, para dar continuidade à sequência de aulas proposta, levando a despertar o interesse do aluno sobre o conteúdo abordado. Além disso, Giordan (1999) constatou que a experimentação desperta um forte interesse entre os alunos, que atribuem a ela um caráter motivador, lúdico e essencialmente vinculado aos sentidos.

Assim, os vídeos de experimentos podem ser utilizados como uma abordagem diferenciada para o ensino de conceitos abstratos e se constituem em uma alternativa à escassez de recursos para realização de experimentos em laboratório. Segundo Guimarães (2009), a experimentação pode ser utilizada para demonstrar os conteúdos trabalhados e como facilitador da compreensão do conhecimento. Além disso, a experimentação bem planejada pode tornar a aprendizagem mais agradável. Segundo, Alisson e Leite (2016), nessa perspectiva, percebe-se que o ensino por meio da experimentação, quando bem planejado, torna a aprendizagem teórica mais agradável, aumentando o envolvimento dos estudantes e contribuindo na compreensão do tema.

A sociedade atual passou por diversas transformações, seja em temas social, político, educacional e tecnológico. Com isso, se intensificou a troca de culturas e experiências por meio das mídias digitais. A educação, nesse contexto, precisa acompanhar os avanços da sociedade.

Considerando essas mudanças, o professor deve estar atento às transformações para utilizá-las a favor do efetivo apoio pedagógico em suas aulas. Segundo Silva e Gomes (2015), a utilização das tecnologias e mídias digitais pode ocorrer de forma a potencializar e dinamizar os processos de ensino e aprendizagem, de forma mais sucinta, o professor conseguirá impulsionar o processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Gozer *et al* (2013), os vídeos podem ser usados como apoio pedagógico

nas metodologias de ensino. Assim, a utilização de uma abordagem midiática pode facilitar ao aluno receber o conteúdo e ao professor, servir de apoio pedagógico para um conteúdo complexo.

Ainda, de acordo com Gozer *et al* (2013), atualmente existem inúmeros formatos de produtos audiovisuais que são vinculados nas mídias digitais e estão ao alcance dos profissionais da área da educação, que por sua vez, passaram a usar essas mídias audiovisuais como ferramentas complementares aos métodos tradicionais de ensino. Entretanto, ainda existe dificuldade para se encontrar vídeos sobre determinados conteúdos da Química, incluindo vídeos de boa qualidade e com conteúdo de complexidade pertinente ao ensino superior.

Segundo Ribeiro *et al* (2015),

A linguagem audiovisual fundamenta-se, principalmente, no uso de imagens básicas, centrais e simbólicas que identificamos e se relacionam conosco. O vídeo é útil para ilustrar uma discussão que pode ser instigante e produtiva já que combina a comunicação sensorial (intuição e emocional) com o audiovisual (lógica e razão). Assim, podemos dizer que o uso de uma mídia tecnológica que relaciona os experimentos com os vídeos, pode ser interessante para o processo de aprendizagem das aulas (**RIBEIRO** et al, 2015. p. 1035).

O uso de vídeos experimentos pode ser uma saída prática para melhoria e consolidação do conteúdo apresentado em sala de aula. Segundo Arroio (2006), a força da linguagem audiovisual está no fato de que consegue dizer muito mais do que captamos, chegar simultaneamente por muito mais caminhos do que conscientemente percebemos. Isso nos dá a liberdade de poder explorar esse campo, trazendo benefícios de facilitação aos alunos.

Pensando especificamente no ensino do conteúdo de titulometria de precipitação em Química Analítica, o uso de vídeo-experimentação, pode ser uma metodologia diferenciada e complementar, para consolidação de conteúdo.

Segundo Ribeiro *et al* (2015), muitos países estimulam a introdução da tecnologia audiovisual no ensino, tornando-o diferenciado e atrativo frente à realidade das novas gerações.

Assim, a finalidade deste trabalho foi de utilizar o uso de vídeos- experimentações e mostrar a importância de se ter estratégias como forma de ensino, pensando especificamente no curso de Ciências da UNIFESP na unidade curricular de Química Analítica Clássica e Instrumental. O trabalho foi aprovado pela Plataforma Brasil, com número de CEP/CAAE: 25761419.9.0000.5505, pelo fato de ter sido utilizado uma pesquisa sendo um questionário investigativo com os estudantes. A utilização do vídeo-experimentação seria uma alternativa de se contextualizar e que os alunos possam visualizar os fenômenos e de fato, ser efetivo no processo de ensino aprendizagem. Salvo que, o trabalho executado de vídeos- experimentações, não substitui a aula prática, mas sim, vem a ser um diferencial de aula, já que a nova geração está incluída intimamente na era tecnológica e seria uma opção a mais para o docente vir a utilizar.



## **2. OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Geral**

Aprimorar o ensino de titulação de precipitação abordado na unidade curricular Química Analítica Clássica e Instrumental do curso de Ciências, da Universidade Federal de São Paulo, a partir do uso de um material didático, contextualizado com uma experimentação baseada em mídia vídeo-experimentação.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Gerar um material didático que possa ser utilizado nas unidades curriculares nos níveis de ensino do curso de Ciências, buscando a melhoria do ensino de titulação de precipitação;
- ✓ Possibilitar aos estudantes o entendimento de que é possível visualizar e entender fenômenos abordados na titulação de precipitação por meio de vídeos experimentais, que podem auxiliar posteriormente na execução do experimento em laboratório;
- ✓ Realizar uma avaliação prévia de uma metodologia diferenciada a partir da aplicação de vídeo-experimentação.

### 3. TITULAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO NA ANÁLISE QUÍMICA

As titulações são amplamente utilizadas em Química Analítica para determinar ácidos, bases, oxidantes, redutores, íons metálicos, proteínas e muitas outras espécies. Elas são baseadas em uma reação entre o analito (titulado) e um reagente padrão conhecido como titulante. O volume, ou a massa, do titulante, necessário para reagir essencial e completamente com o analito, é determinado e usado para obter a quantidade do analito. Em qualquer titulação, o ponto de equivalência química, experimentalmente chamado ponto final, é assinalado pela variação da cor de um indicador ou da resposta de um instrumento. Esse ponto teórico alcançado quando a quantidade adicionada de titulante é quimicamente equivalente à quantidade de analito (titulado) na amostra (SKOOG *et al*, 2014).

Segundo Vogel (2002), quando a reação entre a substância a titular e a solução padronizada estiver praticamente completa, o indicador deve provocar uma mudança visual evidente (mudança de cor ou formação de turbidez, por exemplo) no líquido que está sendo titulado. O ponto em que isto ocorre é chamado ponto final da titulação.

Um ponto importante sobre a titulação é sobre sua exatidão e precisão no momento em que está sendo realizada. Podemos afirmar que em uma titulação, quanto mais próximo ao ponto de equivalência for do ponto final da reação, a exatidão dos cálculos será maior.

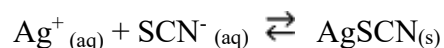
O termo solução padrão é usado ao se referir a um reagente de uma concentração já conhecida para fazer uma análise volumétrica. A titulação é caracterizada pela adição lenta de uma solução padrão da bureta a uma solução de analito que está dentro de um erlenmeyer, até que a reação completa entre o titulante e o titulado seja completa. Para efetuar os cálculos envolvidos em uma titulação é necessário aferir o volume consumido pelo reagente usado para reagir completamente com a substância que está sendo analisada.

A titulação de precipitação é um método volumétrico que se baseia em reações de compostos pouco ionizáveis, com solubilidade baixa e complexa. A reação de precipitação deve acontecer de forma instantânea e deve conceder condições para uma sinalização do ponto final da reação. Esse, na maioria das vezes, é determinado com o uso de indicadores específicos para as reações abrangidas. Segundo Skoog *et al* (2014),

em razão da baixa velocidade de formação da maioria dos precipitados, existem poucos agentes precipitantes que podem ser usados em titulometria. Com base nessas afirmações, Skoog *et al* (2014) complementa que, sem dúvida o mais amplamente utilizado e o reagente precipitante mais importante é o nitrato de prata, que é empregado para determinação dos haletos, ânions semelhantes aos haletos ( $\text{SCN}^-$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{CNO}^-$ ), mercaptanas, ácidos graxos e vários ânions inorgânicos bivalentes e trivalentes. Os métodos titulométricos com base no nitrato de prata também são conhecidos na literatura como métodos argentimétricos. Com relação às titulações que utilizam o cromato de potássio como indicador, cabe ressaltar que a sua concentração normalmente está em torno de 0,003–0,005 M. Isto acontece pois em concentrações mais altas, este indicador tem coloração amarelada intensa, o que pode dificultar a visualização da precipitação do cromato de prata.

Os métodos mais conhecidos na argentimetria são o Método de Volhard, Método de Fajans e o Método de Mohr.

O método de Volhard, segundo Skoog *et al* (2014), os íons prata são titulados com uma solução padrão do íon tiocianato, conforme a reação:



Para essa titulação é usado como indicador o íon ferro (III) sendo que a solução se torna vermelha com um leve excesso de íon tiocianato, formando o Ticionatode Ferro (II):



O método de Volhard trata-se de uma titulação indireta, onde há um excesso de solução de nitrato de prata que é adicionado e a quantidade de íons  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  e  $\text{I}^-$  que por sua vez não reagiram, é então determinado por retrotitulação, com uma solução padrão de ticionato.

Segundo Harris (2017) o aparecimento da cor vermelha indica o ponto final. Assim, sabendo quanto de  $\text{SCN}^-$  foi necessário para a titulação de retorno, se saberá quanto de  $\text{Ag}^+$  sobrou da reação com o  $\text{Cl}^-$ . Como a quantidade total de  $\text{Ag}^+$  é conhecida, a quantidade consumida pelo  $\text{Cl}^-$  pode ser calculada.

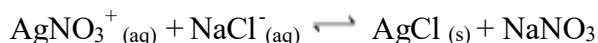
O método de Fajans, consiste em ser um indicador de adsorção, que segundo

Skoog *et al* (2014) vem a ser um composto orgânico que tende a ser adsorvido sobre a superfície do sólido em uma titulação de precipitação. Idealmente, a adsorção (ou dessorção) ocorre próximo do ponto de equivalência e resulta não apenas em uma alteração de cor, como também em uma transferência de cor da solução para o sólido (ou vice-versa). Segundo Harris (2017), os indicadores de adsorção são normalmente corantes aniônicos, que são atraídos para as partículas carregadas positivamente, produzidas imediatamente após o ponto de equivalência. A adsorção do corante carregado negativamente, na superfície do precipitado carregado positivamente, muda a cor do corante. A mudança de cor indica o ponto final da titulação. As titulações que envolvem os indicadores de adsorção são rápidas, precisas e seguras, mas sua aplicação é limitada a relativamente poucas reações de precipitação nas quais um precipitado coloidal se forma rapidamente.

Segundo Skoog *et al* (2014) o método de Mohr foi descrito pela primeira vez em 1865 por K. F. Mohr, um químico farmacêutico alemão, que foi um pioneiro no desenvolvimento da titulometria. O cromato de sódio pode servir como um indicador para as determinações argentimétricas de íons cloreto, brometo e cianeto por meio da reação com íons prata para formar um precipitado vermelho-tijolo de cromato de prata ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ) na região do ponto de equivalência.

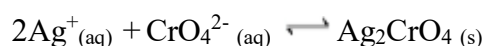
O método de Mohr é o mais utilizado e tradicional para a realização de precipitação por titulação. Segundo Jeffery *et al* (1989), dentre as técnicas volumétricas clássicas, o método de Mohr destaca-se na determinação de cloreto. Conforme Jeffery *et al* (1989), no método de Mohr, uma solução contendo íons cloreto é titulada com solução de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ), conforme a reação:

*Reação entre o titulante e o analito*



Na presença de uma pequena quantidade de indicador cromato de potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ), de cor amarela ocorre a reação:

*Reação entre o titulante e o indicador*



O ponto final da titulação é identificado por uma mudança de coloração da solução, resultado da reação entre os íons cromato com os íons prata para formar o precipitado de cromato de prata ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ), de cor vermelha e pouco solúvel.

## **4. MATERIAIS**

Para o presente trabalho utilizaram-se materiais de diferentes tipos, que para facilitar o entendimento do leitor, foram subdivididos em três partes: equipamentos áudio visuais usados na filmagem dos experimentos, as vidrarias, suportes e reagentes utilizados nos experimentos.

### **4.1 Equipamentos Áudio Visuais**

- Câmera fotográfica DSLR Nikon D810;
- Objetiva Nikkor 18-55mm;
- Objetiva Nikkor 105 mm;
- Tripé Manfrotto Mt 190;
- 2 Softbox;
- Software de edição de imagens Adobe Premiere.

### **4.2 Vidrarias e Equipamentos experimentais**

Para os experimentos foram usados no laboratório os seguintes equipamentos:

- Béquer de 100 mL;
- Bureta;
- Erlenmeyer de 125 mL;
- Pêra de sucção;
- Pipeta automática;
- Pipeta graduada;
- Suporte para Bureta;
- Suporte para tubo de ensaio;
- Tubo de ensaio;
- Pisseta;
- Garras.

### 4.3 Reagentes

Para a execução dos experimentos foram usados os seguintes reagentes:

- Solução de Cloreto de Sódio ( $\text{NaCl}$ );
- Solução de Cromato de Potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ );
- Solução de Nitrato de Prata ( $\text{AgNO}_3$ );
- Solução de Hexaaquacobre (II)  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ ;
- Solução de Amônia ( $\text{NH}_3$ ).

## 5. METODOLOGIA

### 5.1 Filmagens dos experimentos

Neste trabalho, defendemos que vídeos-experimentações podem acrescentar e auxiliar na compreensão dos conteúdos teóricos abordados em sala de aula, sem substituir as aulas experimentais.

Foi realizado um recorte da disciplina de Química Analítica Clássica e Instrumental que é oferecida ao X termo do Curso de Ciências, escolhendo como ponto de partida uma aula teórica que iria ser introduzido aos alunos o conteúdo de titulometria para a produção do material. Apartir desse ponto, na aula foram abordados além da titulação de precipitação, conteúdos iniciais para a titulação de complexação. Assim, a metodologia foi baseada na obtenção de vídeos a partir da realização de dois experimentos, sendo o primeiro a titulação de precipitação do Nitrato de Prata ( $\text{AgNO}_3$ ) pelo método de Mohr para a determinação do teor de cloreto no soro fisiológico. O segundo experimento realizado e filmado, foi a formação do complexo Tetramincobre (II)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ . Para tal, foram realizadas filmagens dos experimentos no formato de vídeos, mostrando como ocorrem as reações, com edição de explicações nos mesmos, para que o professor possa exemplificar o conteúdo proposto e discutir com os alunos na aula teórica sobre o tema com mais clareza.

Segundo Arroio e Giordan (2006) a linguagem do vídeo pode possibilitar ao professor o exercício do papel de um mediador que fomenta a autonomia do aluno. Afinal, muitas vezes, a imagem pode mostrar-se mais eficaz que a palavra na hora de provocar emoções. Sendo assim, o vídeo desempenha um papel importante com sua capacidade de provocar emoções e sensações.

Após a delimitação dos experimentos a serem abordados por mídia audiovisual, foi feita uma preparação no espaço da gravação, ou seja, foi realizada uma adaptação de um laboratório para a realização dos experimentos e, a partir desse espaço, foi organizada a montagem dos equipamentos para as gravações dos vídeos. Com a preparação do espaço, foi realizada a adequação da bancada dos materiais e reagentes a serem utilizados nos experimentos, deixando de forma prática e acessível para facilitar no momento das gravações. Para a titulação por precipitação, foram usados uma solução de cloreto de



sódio ( $\text{NaCl}$ ) de concentração conhecida como titulado, juntamente com o indicador cromato de potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) (Figura 1 e 2). Para a titulação foram pipetados 20,0 mL de uma solução de cloreto de sódio de concentração  $0,9045 \text{ mol L}^{-1}$  e adicionadas 1,0 mL do indicador.

**Figura 1** - Solução de cloreto de sódio



Fonte: André Bianco.

**Figura 2** - Solução de cloreto de sódio adicionada do indicador cromato de potássio.



Fonte: André Bianco.

Na sequência a bureta foi preenchida e aferida com o titulante nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ), conforme pode ser visto na Figura 3.

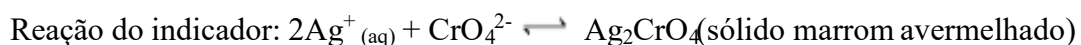
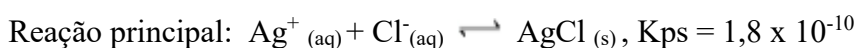
**Figura 3** - Solução de nitrato de prata adicionada a bureta como titulante



Fonte: André Bianco.

Ao começar o gotejamento do titulante ao titulado foram perceptíveis as alterações na reação visto que o cromato de potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) é amarelo vívido (Figura 2) e a solução começou a ficar turva (Figura 4), indicando a formação do precipitado branco de cloreto de prata.

Esse procedimento seguiu as seguintes reações:



**Figura 4** - Titulação de precipitação para determinação do teor de cloreto, antes do ponto de viragem



Fonte: André Bianco.

Após parte de o titulado ter reagido com o titulante, observa-se uma mudança de coloração para marrom avermelhado, mas com agitação essa cor desaparece com a dissolução do deste precipitado (Figura 5).

**Figura 5** - Titulação de precipitação para determinação do teor de cloreto, próximo ao ponto de viragem

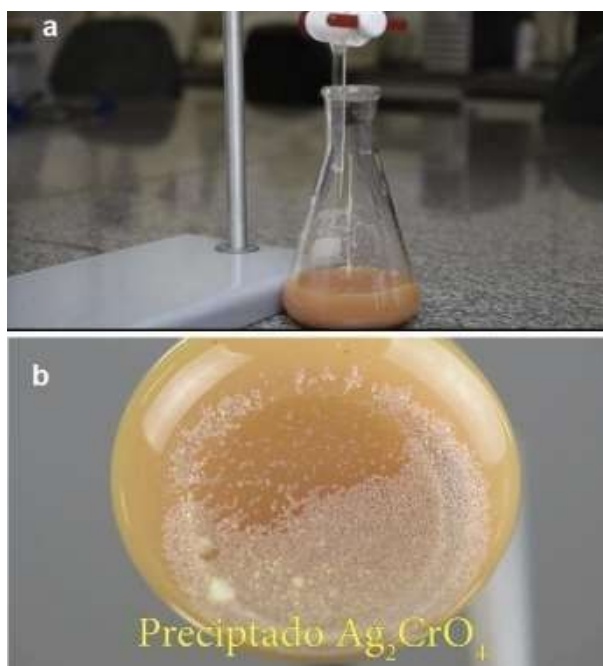


Fonte: André Bianco.

Isso se deve à reação de parte do titulante com o indicador, formando o precipitado de  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ . Quando todo titulado reagiu com o titulante, observou-se a formação do precipitado marrom-avermelhado (Figura 6a e Figura 6b).

**Figura 6a** - Titulação de precipitação para determinação do teor de cloreto, após o ponto de viragem.

**Figura 6b** – Precipitado de cromato de prata obtido na titulação



Fonte: André Bianco.

Nesse momento da titulação foi interrompida a adição de titulante e anotado o volume gasto da solução de nitrato de prata. É de extrema importância em uma titulação, que seja anotado o volume gasto, pois é necessário que seja feito os cálculos posteriores para determinação da concentração do analito da amostra (Figura 7).

**Figura 7** – Volume gasto para a titulação de precipitação e leitura da bureta



A mudança de cor, a precipitação e a quantidade de volume do momento que ocorre a mudança de cor da substância titulada se torna totalmente visível, clara e objetiva com a gravação do vídeo- experimento.

Outro fenômeno que foi filmado para este trabalho foi a reação de complexação do  $\text{Cu}^{2+}$  em solução com amônia, resultando na formação do complexo  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}_{(\text{aq})}$  Tetraamincobre (II), conforme a reação:



**Figura 8** – Solução de Hexaaquacobre (II)  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  antes de iniciar o processo de complexação com a amônia



Fonte: André Bianco.

**Figura 9** – Solução de Hexaaquacobre (II)  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  após iniciar a complexação com a amônia formando o complexo  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  na superfície



Fonte: André Bianco.

**Figura 10** – Formação do complexo Tetraamincobre (II)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ .



Fonte: André Bianco.

**Figura 11** – Formação do complexo Tetraamincobre (II)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ .



Fonte: André Bianco.

Segundo Brown *et al* (2005) em geral, a cor de um complexo depende do elemento em particular, de seu estado de oxidação e dos ligantes unidos do metal. A cor azul clara é uma característica do Hexaaquacobre (II)  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ . Já o complexo Tetraamincobre (II)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ , tem como característica o azul escuro pelo fato dos ligantes de  $\text{NH}_3$  vão substituindo as moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$ .

## 5.2 Edição dos vídeos dos experimentos

Após a gravação dos vídeos a edição das imagens e do áudio foi realizada com o software de edição de imagens Adobe Premiere®. Após essa etapa, os vídeos foram utilizados como apoio educacional durante aula teórica que abordava o tema titulação de

precipitação, nas turmas de Química Analítica Clássica e Instrumental, do curso de Ciências- Licenciatura da Universidade Federal de São Paulo.

Os vídeos estão disponíveis no canal “Helga Aleme” no endereço <https://www.youtube.com/channel/UC3A74JpjkJP88eV2ViMtsA/videos>.

### 5.3 Planejamentos da sequência de aulas

O planejamento da sequência de aulas foi baseado no cronograma de aulas da professora que ministra a disciplina. Para o conteúdo de titulação foi realizada duas aulas teóricas e uma aula de laboratório, durante o segundo semestre do ano de 2019. Considerando que a unidade curricular de Química Analítica Clássica e Instrumental, possui uma carga horária de 36 horas totais, justifica o motivo da sequência de aula ser curta e com um tempo reduzido, podemos refletir sobre a utilização do vídeo-experimentação, vem a ser um aliado no ensino. O tema foi desenvolvido em duas aulas teóricas, que foram condensadas em um dia, que abrangeram o conteúdo de titulometria e volumetria, onde na terceira aula foi apresentado o vídeo-experimentação sobre titulação por precipitação.

**Tabela 1**– Cronograma de sequências de aula sobre titulometria

<b>Aula 1</b> <b>Duração: 120 minutos</b>	<b>Aplicação do questionário investigativo, apresentação do vídeo experimentação.</b>
<b>Aula 2</b> <b>Duração: 120 minutos</b>	<b>Introdução sobre o conteúdo de titulometria e Volumetria e discussão em sala de aula.</b>
<b>Aula 3</b> <b>Duração: 120 minutos</b>	<b>Laboratório – Determinação do teor de cloreto em soro fisiológico pelo método de Mohr.</b>

Fonte: Própria Autora.

Na aula 1, os alunos primeiramente realizaram o questionário investigativo, para obter informações sobre os conhecimentos prévios que os alunos possuíam sobre titulação, titulação de precipitação e sobre o tema mídias digitais. Logo após a aplicação do questionário, a professora iniciou o vídeo experimento e foi explicando aos alunos os fenômenos macroscópicos e microscópicos que ocorriam nas reações e conceituando as etapas.

Na aula 2, a professora abordou o tema de titulação, titulação de precipitação e volumetria, bem como os procedimentos para se executar uma titulação, como manuseio das vidrarias e os cálculos necessários. Vale lembrar que o instrumento de dados na forma de questionário foi aplicado na tentativa de entender qual o impacto do uso de vídeo-experimentação como ferramenta complementar para o entendimento do processo de titulação e titulação de precipitação. Este instrumento (Quadro 1) foi aplicado antes da aula teórica.

A última aula dessa sequência foi reservada para a ida ao laboratório e execução do experimento a partir de um roteiro elaborado pela docente, para facilitar e auxiliar os alunos durante a experimentação (Quadro 2) e cinco alunos (3 alunos do período Vespertino e 2 alunos do período Noturno) participaram da pesquisa respondendo o questionário.

## Quadro 1 - Questionário investigativo

Nome: \_\_\_\_\_

Matrícula: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_



UC: Química Analítica Clássica e Instrumental

### Questionário investigativo

Este questionário inicial tem como objetivo ver quais conhecimentos prévios os estudantes têm sobre o tema titulação. Ele fará parte do trabalho de conclusão de curso da estudante Mariele Leão Alves do curso de Ciências

- Licenciatura da UNIFESP. Agradecemos a sua colaboração!

1). Defina titulação. Quais são os elementos principais que devem estar contidos nesse tipo de análise? Quais são os principais materiais utilizados?

---



---

2) Todas as titulações formam soluções coloridas? É possível formar um precipitado durante uma titulação? Justifique.

---



---

3) Faça um desenho que represente o processo de titulação.

---



---

4). Você conhece o tema, uso de tecnologias midiáticas no ensino? Conte-nos um pouco da sua experiência com esse tema.

---



---

5). Com a falta de acesso ao uso de laboratórios, você acredita que a utilização de tecnologia midiática facilita o ensino de Química? Justifique.

---



---

6). Pensando no tema titulação, como você acredita que a tecnologia midiática pode ajudar na aprendizagem do tema?

---



---

7) Qual é a sua experiência com o tema titulação de precipitação e complexação? Você já ouviu falar desse tema em alguma outra disciplina? Se sim, qual?

---



---



## Quadro 2 - Roteiro experimental para a determinação do cloreto de sódio pelo método de Mohr

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO  
CIÊNCIAS - LICENCIATURA  
UNIDADE CURRICULAR: QUÍMICA ANALÍTICA CLÁSSICA E INSTRUMENTAL - 2019

### Experimento 4- Determinação de cloreto em soro fisiológico - 31/10/19

---

#### 1) Objetivos:

- ✓ Padronizar uma solução de nitrato de prata;
- ✓ Determinar o ponto final da titulação usando indicador;
- ✓ Determinar o teor de cloreto na amostra de soro fisiológico.

#### 2) Material:

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| - Bureta de 50 mL com suporte e garras | - Erlenmeyer de 125 mL             |
| - Pipeta de 20 mL                      | - Pissetas contendo água destilada |
| - Pipeta volumétrica automática mL     |                                    |

#### 3) Reagentes:

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| - Solução de nitrato de prata;    | - Solução de cloreto de sódio padronizada; |
| - Solução de cromato de potássio; | - Soro fisiológico.                        |

#### 4) Procedimento experimental:

Pipetar 20,00 mL do soro diluído e transferir o volume para o erlenmeyer. Adicionar 1,00 mL do indicador de cromato de potássio e titular com a solução de nitrato de prata padronizada até o aparecimento do precipitado avermelhado. Anotar o volume gasto. Repetir o procedimento por mais duas vezes.

Fonte: Material Produzido pela Professora Coordenadora da Disciplina

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Como aconteceram as aulas da sequência

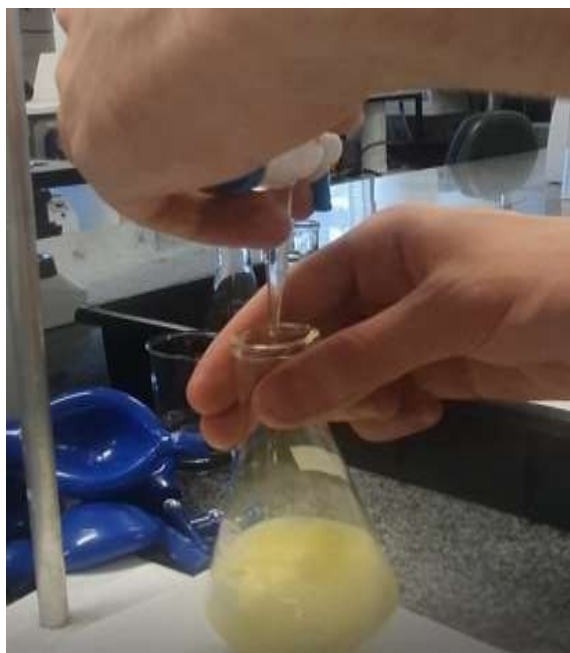
Na primeira aula, foi distribuído aos alunos de forma impressa o questionário investigativo (Quadro 1), para que pudéssemos averiguar e obter informações sobre o quanto os alunos sabiam sobre o conteúdo que seria abordado posteriormente. Os alunos responderam o questionário com base em seus conhecimentos prévios e experiências vividas durante a graduação e também sobre experiências pessoais e profissionais. Os alunos não tiveram acesso a internet para responder as perguntas específicas sobre titulação. Logo após a aplicação do questionário, foi apresentado aos alunos o vídeo-experimento, onde a professora explicou os processos de forma do macroscópico ao microscópico, que se engloba a parte de manuseio de vidrarias, manuseio correto dos reagentes e como ocorre uma titulação e a titulação de precipitação.

Na segunda aula, a professora apresentou o conteúdo para os alunos por meio de slides explicativos, por meio dos quais foi introduzido aos alunos o conteúdo de titulometria, titulometria de precipitação e volumetria, com ênfase aos metodismos Mohr, Fajans e Volhard, diferenciando os métodos. Durante a aula, diversos exemplos foram citados, usando como ferramenta auxiliar o vídeo-experimentação usado na primeira aula, para compreensão do conteúdo de titulação de precipitação e sobre o método utilizado, o método de Mohr. Foi também durante a aula proposto exercícios, afim de despertar o interesse sobre o assunto, pertinente a unidade curricular.

Na terceira aula os alunos realizaram o experimento em laboratório, para contextualizar o que foi apresentado em sala de aula. Os alunos foram divididos em duplas, sendo que apenas um estudante realizou o experimento sozinho. Eles se organizaram em suas respectivas bancadas e prepararam os materiais para o experimento. A partir de um vídeo feito de um *Smartphone*, cedido por uma estudante da turma, podemos verificar que os alunos foram capazes de reproduzir o experimento apresentado anteriormente em sala de aula. Foram feitas imagens do vídeo (Figuras 12 a 15) para melhor compreensão do leitor.

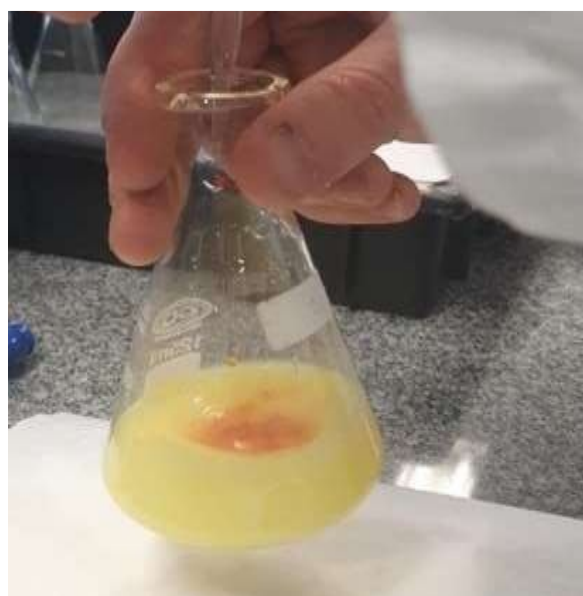
No período do vespertino, quatro alunos participaram do laboratório e no período noturno, três alunos participaram. Os alunos possuíam um roteiro e, como na aula anterior, foi introduzido a vídeo experimentação. Os alunos puderam realizar o experimento com maior segurança e com conhecimento, pois já tinham visualizado como ocorreria a reação.

**Figura 12** - Titulação do cloreto de sódio presente no soro fisiológico pelo método de Mohr antes do ponto de viragem



Fonte: Cedida por uma estudante da turma.

**Figura 13** – Titulação do cloreto de sódio presente no soro fisiológico pelo método de Mohr próximo ao ponto de viragem



Fonte: Cedida por uma estudante da turma.

**Figura 14-** Titulação do cloreto de sódio presente no soro fisiológico pelo método de Mohr após o ponto de viragem



Fonte: Cedida por uma estudante da turma.

**Figura 15 –** Precipitado obtido pela titulação do cloreto de sódio presente no soro fisiológico pelo método de Mohr



Fonte: Cedida por uma estudante da turma.

## **6.2 Instrumento de coleta de dados - questionário**

Para poder coletar dados e analisar conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo abordado, foi aplicado um questionário investigativo (Quadro 2). O intuito do questionário foi o de fazer a uma análise qualitativa sobre: i) o que os alunos conhecem sobre a aplicação de mídias audiovisuais no ensino de química; ii) o que eles pensavam sobre a utilização em sala de aula e iii) o assunto de titulometria. De forma geral, cinco alunos responderam ao questionário. Ressaltamos que foi solicitado para que não fizessem pesquisas pela internet para responder as perguntas do instrumento.

Na próxima seção deste trabalho serão abordadas em detalhes as respostas dos estudantes a cerca do instrumento de coleta de dados.

**Tabela 2** – Resultados preliminares das respostas do instrumento de coleta de dados

Questão 1	100% dos alunos responderam satisfatoriamente o que a pergunta abrangia.
Questão 2	100% dos alunos disseram que não era necessário, mas 20% não citou outros exemplos.
Questão 3	100% dos alunos responderam a questão satisfatoriamente com o desenho do processo de titulação.
Questão 4	80% dos alunos já conheciam sobre o uso de tecnologias midiáticas no ensino. 20% dos alunos responderam que não conhecia sobre esse termo.
Questão 5	80% dos alunos, responderam que a ferramenta vem a ser um aliado no auxílio para a compreensão do conteúdo. 20% dos alunos responderam que acreditam que auxilia, mas não substitui o laboratório propriamente dito.
Questão 6	60% dos alunos responderam que a utilização de tecnologias midiáticas pode auxiliar na compreensão sobre o manuseamento das vidrarias e reagentes. 20% dos alunos responderam, que o uso dessa tecnologia pode auxiliar na compreensão do conteúdo de concentrações de substâncias. 20% dos alunos responderam que a ferramenta pode ilustrar de forma clara o que a parte teórica não ilustra.
Questão 7	80% dos alunos responderam que já tiveram contato com o tema de titulação de precipitação e complexação abordados em outras UCs do curso. 20% dos alunos responderam que não tiveram contato com esse tipo de tema.

Fonte: Própria Autora

### 6.2.1 Análise dos questionários dos alunos

Segundo Harris (2017), em uma titulação volumétrica, pequenos volumes de solução de um reagente – o titulante – são adicionados ao analito até que a reação termine. A partir da quantidade de titulante consumida, calculamos a quantidade de analito que deve estar presente. O titulante normalmente é transferido a partir de uma bureta. A primeira questão foi respondida da seguinte maneira pelos discentes:

**Aluno 1:** *“Adição lenta e progressiva de uma solução de concentração conhecida até que toda substância reagiu. Materiais: Bureta, erlenmeyer, indicador, garra e suporte universal. ”*

**Aluno 2:** *“Titulação é um método para determinar a concentração de uma solução ou identificar algum elemento, precisa-se de um suporte, garra, erlenmeyer, bureta e soluções determinadas”*

**Aluno 3:** *“Aferição experimental da concentração de um reagente. Ex: Ácido, base e indicador de pH ou outros reagentes à serem titulados”*

**Aluno 4:** *“Titulação é o processo de determinação de concentração de ácido ou base de uma solução padrão de concentração conhecida. São utilizadas a bureta e um indicador no processo. ”*

**Aluno 5:** *“A titulação baseia-se na ideia de que em determinado momento, a estequiometria da reação é alcançada. Bureta, balão volumétrico e um indicador ácido-base. ”*

Ao analisar as respostas dadas no questionário, é possível notar que os alunos possuem a compreensão estruturada a respeito da definição formal de uma titulação e quais são os aparelhos utilizados para realizar os experimentos acerca deste tema.

De forma geral, ao se abordar o tema titulação é comum lembrar-se das titulações ácido-base, que utilizam indicadores para auxiliar na visualização da viragem. Por ser um tema relativamente habitual e muito utilizado durante a trajetória acadêmica dos alunos, pode-se pensar que outros tipos de titulação não entrariam em pauta ou seriam esquecidos frente a titulação ácido-base, que é amplamente utilizada. Em contrapartida, ao analisar a resposta dos estudantes para a segunda questão, foi possível inferir que a maioria conhece outros tipos de titulação:

**Aluno 1:** *“Não, a solução pode ficar incolor (ácida) ”.*

**Aluno 2:** *“Não, é possível formar precipitados. ”*

**Aluno 3:** *“Não necessariamente será colorida, podendo ser formado um precipitado ou mudança de Ph.”*

**Aluno 4:** *“Não, algumas soluções resultantes da titulação são incolores devido aos reagentes e o indicador utilizado. Há a possibilidade de formação de precipitado caso o*

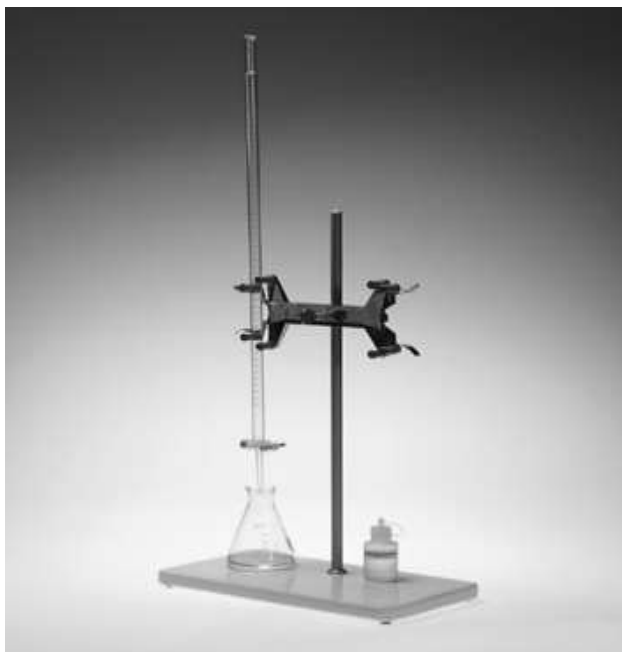
*produto resultante seja pouco solúvel “.*

**Aluno 5:** “ *Não necessariamente, depende do tipo de titulação que está sendo realizada”.*

Nota-se que os alunos conhecem outros tipos de titulação e em sua maioria, citaram outros exemplos. Além disso, percebe-se que nenhum aluno citou a titulação potenciométrica, que não necessita de uma mudança de cor para que se note a viragem.

Para analisar a terceira questão presente no questionário, é válido retomar sobre os aparelhos utilizados em uma titulação. De acordo com as ideias de Assumpção (2010), para a adição precisa de pequenos volumes de titulante utiliza-se geralmente uma bureta, instrumento de vidro cilíndrico, graduado e calibrado contendo um controlador de vazão que, com o auxílio de um suporte, é colocada na posição vertical de forma a deixar em sua extremidade inferior o regulador de vazão de saída do titulante. O arranjo típico deste procedimento pode ser visto na Figura 16.

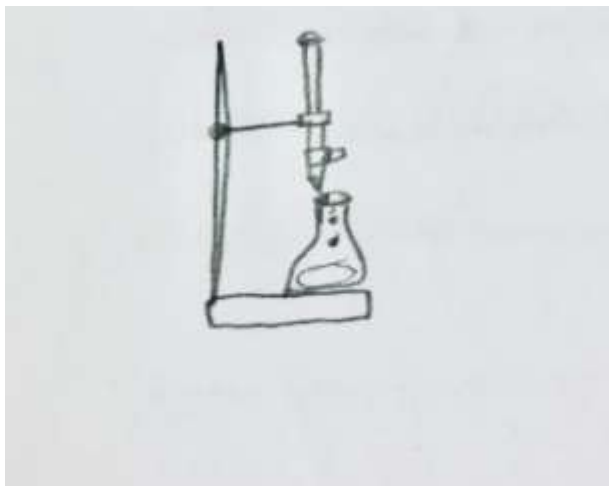
**Figura 16** - Arranjo típico de uma titulação





Ao responder à terceira questão, os discentes fizeram em geral representações dos instrumentos usados na titulação, como pode ser visto nas Figuras 17 a 21.

**Figura 17** - Aluno 1 representando o processo de titulação



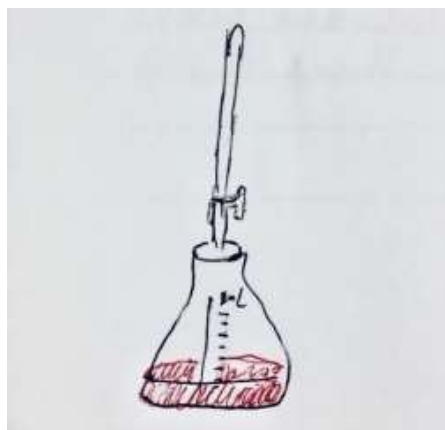
Fonte: Própria Autora.

**Figura 18** – Aluno 2 representando o processo de titulação



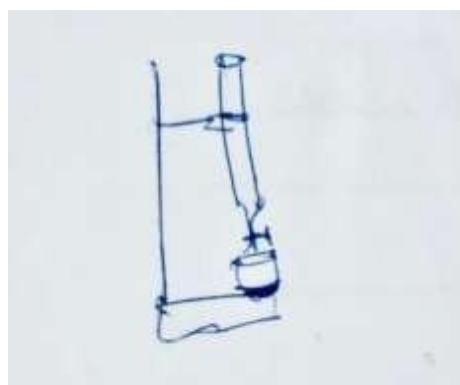
Fonte: própria autora.

**Figura 19** - Aluno 3 representando o processo de titulação



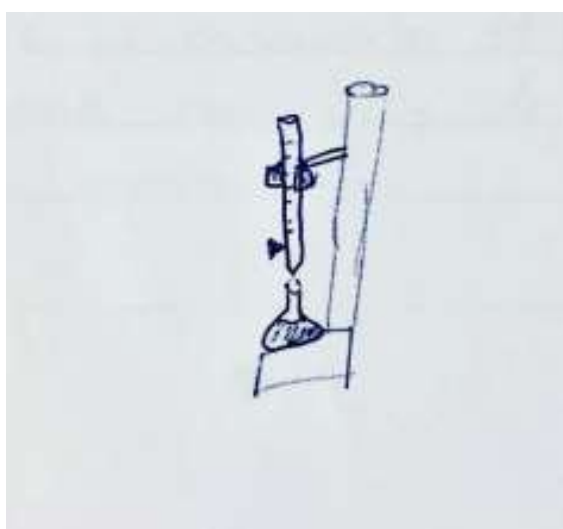
Fonte: própria autora

**Figura 20** – Aluno 4 representando o processo de titulação



Fonte: Própria Autora.

**Figura 21** – Aluno 5 representando o processo de titulação



Fonte: Própria Autora.

Ao comparar os desenhos realizados pelos discentes, é possível concluir que os alunos trazem consigo, de forma satisfatória, os equipamentos utilizados em uma titulação e a disposição comumente utilizada em uma titulação. Entretanto foi interessante observar que nenhum estudante apresentou uma visão micro do fenômeno que estava sendo estudado.

Retomando a ideia de Silva e Gomes (2015), de que a utilização das tecnologias e mídias digitais pode ocorrer de forma a potencializar e dinamizar os processos de ensino e aprendizagem e também ao fato da intensa troca de culturas e experiências por meio das mídias digitais, espera-se uma crescente em relação a projetos que utilizem recursos audiovisuais. As respostas encontradas no questionário sobre a quarta questão podem evidenciar o enaltecimento de tais proposições:

**Aluno 1:** “ *Sim, vídeos ou aplicativos que mostram gráficos. ”*

**Aluno 2:** “*Sim, muitos professores utilizam vídeos para ensinar, assim como eu utilizo em minhas sequencias didáticas”.*

**Aluno 3:** “*Lousa digital, games educativos, telecurso e lab virtual”.*

**Aluno 4:** “*Sim, por trabalhar em uma escola particular de elite, tenho contato como uso de tecnologia e mídias no ensino diariamente, no entanto, creio que ainda não há muito material de qualidade. ”*

**Aluno 5:** “*. Não havia escutado este termo antes. ”*

Ao verificar as respostas, é possível dizer que a grande maioria dos discentes já entrou em contato sobre o tema e inclusive citaram experiências pessoais que trouxe enriquecimento e contribuição para a discussão.

Apesar dos inúmeros desafios encontrados pelos professores no ensino, novas abordagens e metodologias podem auxiliar no processo do ensino aprendizagem. Em consonância as ideias de Guimarães (2009) e Gozer *et al* (2013), a experimentação utilizando recursos audiovisuais pode ser utilizada para demonstrar os conteúdos trabalhados e para auxiliar nas metodologias de ensino. Para compreender o pensamento dos discentes acerca deste tópico, analisaram-se as seguintes afirmações escritas pelos estudantes na quinta questão:

**Aluno 1:** *“Sim, no caso um experimento pode-se mostrar por vídeo para que seja visto o que ocorre.”*

**Aluno 2:** *“Em partes sim, pois assim os alunos podem ter um certo contato com laboratórios, equipamento e reações.”*

**Aluno 3:** *“Creio que sim, pois a Química está muito abstrata nos modelos utilizados para entender seu funcionamento”.*

**Aluno 4:** *“Sim, pois a tecnologia permite uma melhor visualização de certos processos e de assuntos que tratam de matéria microscópica”*

**Aluno 5:** *“Acredito que seja uma maneira de facilitar a aprendizagem, entretanto, não substitui a experiência proporcionada pela prática”.*

A partir destes resultados foi possível inferir que a maioria dos alunos concorda com a utilização do vídeo-experimentação como um recurso importante para o ensino de química. Cabe ressaltar que o aluno 1, aluno 2 e aluno 3, valorizaram a experiência prática de um laboratório. É importante salientar que este trabalho não tem a pretensão de substituir a prática e sim apresentar uma alternativa para os obstáculos encontrados na trajetória acadêmica.

Ao relacionar o tema titulação utilizando como auxiliador ao recurso de vídeo, foi interessante analisar as respostas encontradas na sexta questão respondida pelos discentes:

**Aluno 1:** *“ Sim uma vez que não temos laboratório ou falta de reagentes para ilustrar a “parte teórica” na prática.*

**Aluno 2:** *“ Pode mostrar como monta o sistema, como funciona, como manusear os equipamentos e vidrarias, entre outras coisas”.*

**Aluno 3:** *“Determinando a concentração de um volume conhecido, ajuda a compreender concentração e massa molar”.*

**Aluno 4:** *“Talvez com um vídeo ou animação explicativa e demonstrativa, abordando especificidades do procedimento, resultados esperados e até mesmo uma simulação, o termo pode ser melhor aprendido”.*

**Aluno 5:** *“Demonstrando a montagem do sistema e os cuidados na hora da realização da titulação, como por exemplo, o momento correto que ocorre a viragem”.*

Com estas respostas, foi possível observar que todos os estudantes conseguiram exemplificar e dar sugestões do que pode se realizar em uma atividade experimental utilizando um recurso midiático e se aproximam de forma satisfatória do que é apresentado no vídeo usado na disciplina de Química Analítica Clássica e Instrumental.

A sétima e última questão do questionário, buscava atrelar o conhecimento dos alunos com o tema mais específico do que seria apresentado nas aulas. Sabe-se que existem alguns tipos de titulação e notou-se que os alunos têm certa bagagem acerca deste tema:

**Aluno 1:** *“Sim, em Química Geral e experimental I e soluções. Vimos titulação e testamos o padrão analítico de acordo com o fabricante”.*

**Aluno 2:** *“Eu tive este tema em um dos laboratórios da faculdade, em Química Orgânica”.*

**Aluno 3:** *“ Físico-Química e Práticas Pedagógicas do Ensino de Química II. ”*

**Aluno 4:** *“Já realizei titulação em Química II e também na escola em que trabalho”.*

**Aluno 5:** *“. Não, até o momento só realizei titulação ácido-base nas UCS de Química II e Química Orgânica I.”*

Apesar da afirmativa dada nas respostas, alguns exemplos se limitaram a citar a titulação ácido-base. Outros alunos citaram experiências em outras unidades curriculares e instituições, mas não foram enfáticos acerca das titulações de complexação e precipitação. Ao analisar as respostas de forma generalizada, foi possível observar que a maioria dos alunos conhece o processo de titulação e tem boa noção dos aparelhos que são utilizados. Em contrapartida, as respostas mostram certa limitação na análise de outras titulações, como por exemplo as de precipitação, complexação e potenciométrica. Cabe ressaltar, que todos eles reconhecem a importância de se ter uma alternativa para os percalços encontrados durante a trajetória acadêmica e que valorizam propostas que utilizem os recursos visuais.

Um ponto a ser observado nas respostas dos alunos, é que a grande maioria explorou de forma macroscópica o que as perguntas abrangiam, sendo nenhuma delas citadas exemplos microscópicos sobre os assuntos abordados. Podemos dizer que, quem faz a articulação do macro que os alunos vêem para o micro, é o professor. O professor vem a ser um mediador do conhecimento, para explicar as interações que ocorrem nas reações, a dinâmica das transformações que ocorrem durante o vídeo que os alunos viram posteriormente. Retomando os pensamentos de Giordan e Arroio (2006) a linguagem do vídeo pode possibilitar ao professor o exercício do papel de um mediador que fomenta a autonomia do aluno, o professor possui de fato, aquisição das experiências e faz a mediação do conhecimento para os alunos.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do recurso audiovisual na metodologia de ensino é viável a diversos campos da educação. No ensino da Química, a utilização de vídeos é mais frequente na Química Geral, mas para áreas específicas da Química é difícil encontrar vídeos com qualidade técnica e de conteúdo. Em nossa busca por vídeos, não conseguimos encontrar uma variedade de propostas que apresentassem de forma clara transformações químicas, de modo a facilitar a visualização de reações.

Uma vez que é notória a importância dos experimentos para o desenvolvimento de pontes entre o conteúdo teórico e o prático e a utilização do espaço de laboratórios didáticos no curso Ciências, da Universidade Federal de São Paulo é limitada, é válido afirmar que a utilização de vídeo-experimentação se apresenta como uma ferramenta para auxiliar o docente ao ensino. Esses vídeos puderam permitir-se trabalhar de forma clara e concisa o conteúdo da unidade curricular de Química Analítica Clássica e Instrumental.

Além disso, os vídeos podem auxiliar a formação complementar dos estudantes, que ainda não dominam a manipulação de equipamentos e reagentes necessários à realização de técnicas laboratoriais. A observação antecipada de fenômenos e da execução correta de procedimentos pode auxiliar o estudante na realização da aula prática.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALESÉEV, V. (1981). **ANÁLISE QUANTITATIVA**. Lisboa: Lopes da Silva.

ALISON, R.B., LEITE, A.E. **POSSIBILIDADES E DIFICULDADES DO USO DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DA FÍSICA**. Disponível em:

<[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2016/2016\\_artigo\\_fis\\_utfpr\\_rosanebrumalison.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_artigo_fis_utfpr_rosanebrumalison.pdf)>. Acesso em: 07/04/2019.

ARROIO, A. VASCONCELOS, F.C.G.C. **PRODUÇÃO DE VÍDEOS SOBRE CIENTISTAS NA ÁREA DE QUÍMICA: POSSIBILIDADES DE DESENVOLVIMENTO DA ALFABETIZAÇÃO MUDIÁTICA**. Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/publication/318472455\\_Producao\\_de\\_videos\\_sobre\\_cientistas\\_na\\_area\\_de\\_Quimica\\_possibilidades\\_de\\_desenvolvimento\\_da\\_alfabetizacao\\_midiatica](https://www.researchgate.net/publication/318472455_Producao_de_videos_sobre_cientistas_na_area_de_Quimica_possibilidades_de_desenvolvimento_da_alfabetizacao_midiatica)> Acesso em: 23/09/2020.

ARROIO, A., GIORDAN, M. **O VÍDEO EDUCATIVO: ASPECTOS DA ORGANIZAÇÃO DO ENSINO**. Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/publication/324759123\\_O\\_video\\_educativo\\_aspectos\\_da\\_organizacao\\_do\\_ensino](https://www.researchgate.net/publication/324759123_O_video_educativo_aspectos_da_organizacao_do_ensino)> Acesso em: 23/09/2020.

ASSUMPCAO, M. H. M. T. *et al.* **CONSTRUÇÃO E ADAPTAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS EM TITULAÇÃO ÁCIDO-BASE**. Eclet. Quím. 2010, vol.35, n.4, pp. 133-138. Disponível em:<<http://revista.iq.unesp.br/ojs/index.php/ecletica/article/view/239/195>>. Acesso em: 05/02/2021.

BERTON, A.N.B. **A DIDÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA**. Disponível em:

<[http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/19089\\_7877.pdf](http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/19089_7877.pdf)> Acesso em: 23/09/2020.

BROWN, LEMAY & BURSTEN, **QUÍMICA A CIÊNCIA CENTRAL** - 9.ed. Pearson Prentice Hall ed. 2005

CHAMPANGNATTE, D. M. O; NUNES, L. C. **A INSERÇÃO DAS MÍDIAS AUDIOVISUAIS NO CONTEXTO ESCOLAR**. Educ. rev. vol.27 no.3 ,2011.

SKOOG, D.A.; WEST, D.M.; HOLLER, F.J.; CROUCH, S.R. **FUNDAMENTOS DE QUÍMICA ANALÍTICA**, Thomson, 9º ed., 2014.

GIORDAN, M. **O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS**. Química Nova na Escola, vol. 10, 1999, pag 1-7.

GOZER, M. S. SOUZA, S. T. MALLMANN, F. **AS MÍDIAS AUDIOVISUAIS E A SUA UTILIZAÇÃO NA EDUCAÇÃO**. XI Congresso Nacional de Educação (EDUCERE), 2013, 5302-5310.



GUIMARÃES, C.C. **EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: CAMINHOS E DESCAMINHOS RUMO À APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**. Química Nova na Escola, vol 31, n.3, 2009, 1-5.

JEFFERY, G. H.; BASSET, J.; MENDHAM, J.; DENNEY, R. C. **VOGEL'S TEXTBOOK OF QUANTITATIVE CHEMICAL ANALYSIS**. 5. ed., England: Longman Scientific & Technical, 1989.

JESUS, O. S. F.; MENDONÇA, T.; ARAÚJO, I. C. L.; CANTELLI, K. B.; LIMA, M. R. **O VÍDEO DIDÁTICO "CONHECENDO O SOLO" E A CONTRIBUIÇÃO DESSE RECURSO AUDIOVISUAL NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM NO ENSINO FUNDAMENTAL**. Rev. Bras. Ciênc. Solo vol.37 no.2 Viçosa Mar./Apr. 2013.

LEE, J. D. **QUÍMICA INORGÂNICA NÃO TÃO CONCISA**. Tradução da 5o Ed. Inglesa: Henrique E. Toma, Koiti Araki C. Rocha. São Paulo. Editora Edgard Blucher, 1999.

MERÇON, F. **A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA**. IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 1-4, 2003.

OHLWEILER, O. A. **QUÍMICA ANALÍTICA QUANTITATIVA**. Brasília: Técnica Científica, 1ª ed., 1974.

RIBEIRO, C. M. R.; VALVERDE, A. L.; RIBEIRO, M. M. J.; SOUZA, T. S. G.; FAGUNDES, T. S. F.; BITTENCOURT, L. B.; DUTRA, K. D. B.; EPIFANIO, R. A. **A VIDEOAULA "CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA" E A MOTIVAÇÃO DA APRENDIZAGEM NAS DISCIPLINAS EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA ORGÂNICA DOS CURSOS DE QUÍMICA, ENGENHARIA QUÍMICA E FARMÁCIA DA UFF**. Rev. Virtual Quim., 2015, 7 (3), 1030-1055.

ROCHA, J.S. VASCONCELOS, T. C. **DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA: ALGUMAS REFLEXÕES**. Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf>> Acesso em: 13/05/2019

SANTOS, A. O. et al. **DIFICULDADES E MOTIVAÇÕES DE APRENDIZAGEM EM QUÍMICA DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO INVESTIGADAS EM AÇÕES (PIBID/UFS/QUÍMICA)**. Scientia Plena, v. 9, n. 7, 2013.

SANTOS, A. O. Et al. **DIFICULDADES E MOTIVAÇÕES DE APRENDIZAGEM EM QUÍMICA DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO INVESTIGADAS EM AÇÕES (PIBID/UFS/QUÍMICA)** Scientia Plena,v.9, n. 7, 2013.

SILVA, S.M.O.C. GOMES, F.C. **TECNOLOGIAS E MÍDIAS DIGITAIS NO CONTEXTO ESCOLAR: UMA ANÁLISE SOBRE A PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES**. 2015. Disponível em: <[https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/20367\\_8499.pdf](https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/20367_8499.pdf)> Acesso em:

25/09/2020.

SUAREZ, W, T; SARTORI, E, R; FILHO, O, F. **ALGUNS ASPECTOS CONCEITUAIS E PRÁTICOS DO MÉTODO DE MOHR NA DETERMINAÇÃO DE CLORIDRATO DE METFORMINA EM FORMULAÇÕES FARMACÊUTICAS.**

Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 34, n. 1, p. 23-30, jan./jul. 2013.

TERRA, J; ROSSI, A, V. **SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA ANÁLISE VOLUMÉTRICA E ALGUMAS APLICAÇÕES ATUAIS.** Quím. Nova vol.28 no.1 São Paulo Jan./Feb. 2005.

VIEIRA, B. H. S; Lã, R. B. P; JÚNIOR, J. G. R; Lã, O. R; BARRA, C. M. **SUBSTITUIÇÃO DO NITROBENZENO PELO ÓLEO DE SOJA COMO UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DO MÉTODO DE VOLHARD EM ANÁLISE QUANTITATIVA.** Quím. Nova, Vol. 40, No. 9, 1130-1135, 2017.

VOGEL, A. I. **ANALISE QUÍMICA QUANTITATIVA.** 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.